

04 P 11775



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 44 28 309 A 1

⑤1 Int. Cl. 6:
F 01 L 1/14

86

②1 Aktenzeichen: P 44 28 309.1
②2 Anmeldetag: 10. 8. 94
④3 Offenlegungstag: 2. 3. 95

DE 44 28 309 A 1

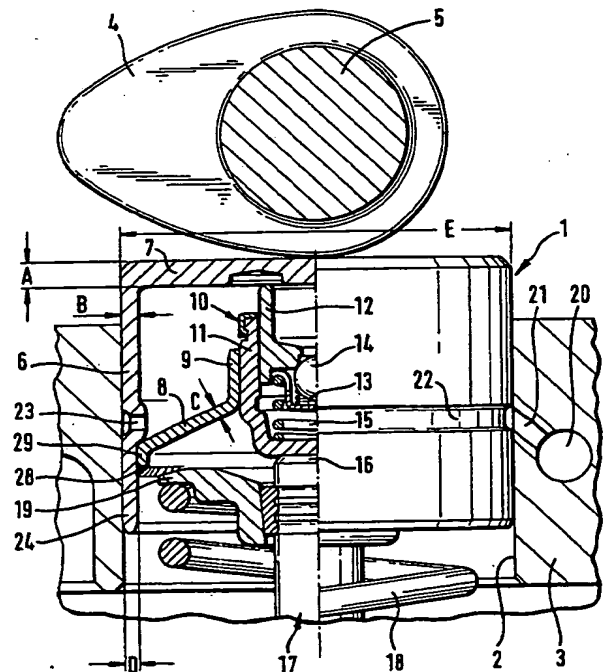
③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1
24.08.93 DE 43 28 422.1

⑦1 Anmelder:
INA Wälzlager Schaeffler KG, 91074
Herzogenaurach, DE

⑦2 Erfinder:
Schmidt, Dieter, 90482 Nürnberg, DE; Speil, Walter,
Dipl.-Ing., 85055 Ingolstadt, DE; Miereisz, Wolfgang,
Dipl.-Ing. (FH), 91074 Herzogenaurach, DE; Grell,
Karl-Ludwig, Dipl.-Ing., 91086 Aurachtal, DE;
Ammon, Reinhard, Dipl.-Ing. (BA), 90451 Nürnberg,
DE

⑤4 Tassenförmiger Ventilstößel

⑤7 Ein tassenförmiger Ventilstößel (1) besteht im wesentlichen aus einem Boden (7), an dem ein Nocken (4) einer Nockenwelle (5) anläuft, und einem zylindrischen Hemd (6), mit dem der Ventilstößel (1) in einer Bohrung (2) eines Zylinderkopfes (3) geführt ist. Zur Verringerung der Ventilbetätigungskräfte und folglich auch zur Kraftstoffeinsparung soll der Ventilstößel (1) gewichtsreduziert ausgebildet werden. Erfindungsgemäß ist der Ventilstößel (1) aus einem Stahlwerkstoff hergestellt, wobei Wandstärken A und B des Bodens (7) und des Hemds (6) so dimensioniert sind, daß ein daraus gebildetes Produkt $P_1 \leq 2,3$ ist.



DE 44 28 309 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 95 408 069/759

8/30

Die Erfindung betrifft einen tassenförmigen Ventilstößel zur Betätigung eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine mit einem an seinem einen Ende durch einen Boden verschlossen zylindrischen Hemd, das in einer Bohrung eines Zylinderkopfes geführt ist, wobei ein Nocken einer Nockenwelle den Ventilstößel an dessen Boden betätigt.

Ein tassenförmiger Ventilstößel der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung ist bekannt aus der EP-A-00 30 781. Dieser Ventilstößel ist mit einem hydraulischen Ventilspielausgleichselement versehen, wobei ein von der Innenwandung des Hemds ausgehender Steg mittels einer konzentrisch zum Hemd verlaufenden Führungshülse dieses Spielausgleichselement aufnimmt. Sowohl der Boden, das Hemd als auch der Steg sind relativ dickwandig ausgebildet, wodurch der Ventilstößel insgesamt ein hohes Gewicht aufweist. Bekanntlich benötigen große Ventiltriebmassen zur Beherrschung der Dynamik hohe Federkräfte. Diese hohen Federkräfte führen aber zu einer Erhöhung der Reibung im Ventiltrieb mit der Folge eines erhöhten Kraftstoffverbrauchs. Ein weiterer Nachteil der erhöhten Ventildruckkräfte besteht darin, daß Geräusche im Ventiltrieb verstärkt werden.

Es ist daher in der Vergangenheit bereits versucht worden, das Gewicht des Ventilstößels dadurch zu reduzieren, daß dieser aus einem Leichtbauwerkstoff, wie beispielsweise Aluminium hergestellt wurde. Bei einem derartigen Aluminiumstößel sind aber besondere Maßnahmen für die Ausbildung des Bodens erforderlich, da an diesem der üblicherweise aus Stahl hergestellte Nocken der Nockenwelle anläuft. Aus diesem Grund wurde der Boden entweder mit einer Verschleißschuttschicht versehen oder er wurde als separates Teil aus Stahl hergestellt und im Aluminiumstößel befestigt. Eine derartige Ausbildung des Ventilstößels ist relativ aufwendig und für eine Massenfertigung ungeeignet.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das Gewicht eines gattungsgemäß ausgebildeten Ventilstößels unter Verwendung einfacher Mittel erheblich zu reduzieren, so daß die Reibung im Ventiltrieb und damit der Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine erheblich gemindert werden können. Dabei soll der Ventilstößel zur Aufnahme der Ventilbetätigungskräfte eine ausreichende Steifigkeit aufweisen.

Diese Aufgabe wird nach dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß die Wandstärken der aus einem Stahlwerkstoff hergestellten Bauelemente Hemd und Boden derart dimensioniert sind, daß ein Produkt P_1 ihrer in Millimetern angegebenen Wandstärken $A \times B \leq 2,3$ ist. Seitens der Fachwelt bestanden bislang Vorurteile gegen eine weitere Reduzierung der Wandstärken des Ventilstößels, da vermutet wurde, daß dann der Ventilstößel keine ausreichende Steifigkeit mehr besitzt. Durch Berechnungen mittels finiter Elemente und Versuchsreihen konnte eindeutig festgestellt werden, daß die vorzugsweise als Tiefziehteil hergestellte Tasse eine ausreichende Steifigkeit aufweist, wobei das Stößelgewicht drastisch reduziert wurde.

Nach Anspruch 2 ist der tassenförmige Ventilstößel mit einem vom Hemd ausgehenden Steg, der eine konzentrisch zum Hemd verlaufende Führungshülse aufnimmt, versehen, wobei in dieser Führungshülse ein hydraulisches Spielausgleichselement geführt ist. Dabei soll die Wandstärke des aus einem Stahlwerkstoff hergestellten Stegs derart dimensioniert sein, daß ein Pro-

dukt P_2 der in Millimetern angegebenen Wandstärken von Boden, Hemd und Steg $A \times B \times C \leq 1,9$ ist. Die Verwendung eines entsprechend dünnwandig dimensionierten Stegs wirkt sich ebenfalls positiv auf eine Gewichtsreduzierung des Ventilstößels aus.

Nach Anspruch 3 soll die Wandstärke des Hemds in einem unterhalb des Stegs liegenden randnahen Bereich zur Bildung eines Kragens reduziert sein. Dabei soll ein Produkt P_3 der in Millimetern angegebenen Wandstärken von Boden, Hemd, Steg und Kragen $A \times B \times C \times D \leq 1,48$ sein.

Gemäß Anspruch 4 ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß sich ein Außendurchmesser E des Ventilstößels zum Produkt P_3 der Wandstärken von Boden, Hemd, Steg und Kragen verhält wie 1 zu einem Wert, der $\leq 0,075$ ist. Diese Beziehung des Produkts P_3 zum Außendurchmesser E , die sich auch ausdrücken läßt als $\frac{P_3}{E} 0,075$, verdeutlicht, daß bei einem

reduzierten Durchmesser des Ventilstößels die Wandstärken erheblich reduziert werden können, ohne daß dadurch ein Steifigkeitsverlust eintritt.

Weiterhin sollen nach Anspruch 5 die Wandstärken des Bodens $A = 1,7$ bis $2,5$ mm und des Hemds $B = 0,7$ bis $1,0$ mm betragen. Die angegebenen Wanddickenbereich unterschreiten somit erheblich die bisher realisierten Wandstärken.

Nach Anspruch 6 soll die Wandstärke des Stegs $C = 0,6$ bis $0,8$ mm betragen. Ein derartiger dünnwandiger Steg kann, sofern seine Steifigkeit nicht ausreicht, eventuell noch durch eine bis zum Boden reichende Hülse für eine Untenansaugung des dem Ventilspielausgleichselements zugeführten Öls abgestützt werden (vergleiche hierzu DE-A-35 42 192). Gemäß Anspruch 7 soll die Wandstärke des Kragens $D = 0,6$ bis $0,8$ mm betragen. Aufgrund der Lehre der Ansprüche 1 bis 7 sind die Wandstärken von Boden, Hemd, Steg und Kragen in vorteilhafter Weise aufeinander abstimmbare.

Weiterhin ist gemäß Anspruch 8 vorgesehen, eine zwischen einem Hohlkolben und einem Druckkolben des hydraulischen Spielausgleichselements wirkende Druckfeder mit einer Federkraft F zu versehen, die ≤ 20 N ist, wenn der Druckkolben völlig in den Hohlkolben eingefahren ist. Schließlich soll nach Anspruch 9 eine Querschnittsfläche G eines Hohlkolbens des hydraulischen Spielausgleichselements $\leq 1,1$ cm² ausgebildet sein. Durch den Querschnitt des Hohlkolbens und den in der Ölversorgung des Spielausgleichselements herrschenden Druck sowie durch die Federkraft F stellt sich eine der Ventildruckkraft bei geschlossenem Gaswechselventil entgegenwirkende Kraft ein. Diese aus dem Spielausgleichselement wirkenden Kräfte müssen reduziert werden, wenn die Ventildruckkraft verringert werden soll. Erfindungsgemäß sind nach den vorgenannten Ansprüchen daher sowohl die Federkraft F als auch der Querschnitt des Hohlkolbens minimiert. Durch die geringen Abmessungen des hydraulischen Spielausgleichselements lassen sich außerdem ebenfalls die Massenkraftreduzierungen.

Gemäß Anspruch 10 soll der Steg an seinem dem Hemd benachbarten Rand in einen zylindrischen Abschnitt übergehen, der an der Innenseite des Hemds einen Preßsitz bildet, eine Länge von ≥ 1 mm aufweist und mit dem Hemd verschweißt ist, wobei eine Schweißnahttiefe von $0,6$ bis $0,8$ mm vorgesehen ist. Auf diese Weise wird ein Durchschweißen mit der Folge eines Eindringens von abgeschmolzenen Metallpartikeln in das Innere des Ventilstößels vermieden.

Nach Anspruch 11 ist vorgesehen, daß Boden und Hemd des Ventilstößels an ihrer Innenseite mit einem Nichteisenmetall plattiert sind, das nach Anspruch 12 vorzugsweise Nickel ist. Diese innenliegende Plattieraufgabe dient als Diffusionssperre, so daß beim Aufkohlungsvorgang nur die außenliegende Funktionsflächen des Tassenstößels, nämlich der Tassenboden und das Tassenhemd dem Kohlenstoffangebot ausgesetzt sind. Ein Durchhärten des Bauteils mit den bekannten negativen Folgen wird somit vermieden.

Aus Anspruch 13 geht hervor, daß der Schenkel der Führungshülse mit dem Hemd verschweißt oder verstemmt ist, wobei das Nichteisenmetall als Legierungspartner oder als Verstemmaterial genutzt wird. Der Schenkel der Führungshülse muß beim Schweißen weich sein, um die Schweißbarkeit überhaupt zu gewährleisten. Die Plattieraufgabe hat dabei zwei Aufgaben. Zum einen muß sie die Aufkohlung von Hemd und Boden der Tasse von innen verhindern und zum anderen die Schweißbarkeit der bereits gehärteten Tasse gewährleisten, d. h. die Plattieraufgabe ist Legierungspartner der Schweißschmelze und verhindert somit die Versprödung der Schweißnaht, da diese austenitisch bleibt. Beim Verstemmen des Schenkels der Führungshülse im Hemd der Tasse kann dieser weich oder hart sein, da die Plattieraufgabe als Verstemmaterial fungiert.

Nach Anspruch 14 soll der Schenkel der Führungshülse im Hemd einrolliert sein. In diesem Fall muß der Schenkel weich sein, um überhaupt in das gehärtete Hemd mit innenliegender Plattierung einrolliert werden zu können.

Nach einer weiteren Ausführung der Erfindung nach den Ansprüchen 15 und 16 ist vorgesehen, daß eine Versprödung von Schenkel, Steg und Führungshülse beim Härten des Stößels verhindert wird, indem diese zumindest einseitig mit einem Nichteisenmetall plattiert werden oder aus einem niedrighärtbaren bzw. nichthärtbaren Werkstoff gefertigt sind.

In der bereits beschriebenen Weise wirkt auch in diesem Falle die Plattieraufgabe als Diffusionssperre für den angebotenen Kohlenstoff, so daß ein Härten von Schenkel, Steg und Führungshülse verhindert wird. Werden die genannten Teile aus einem nicht härtbaren Werkstoff, beispielsweise aus einem austenitischen Stahl der Marke X 5 CrNi 1810 oder aus einem niedrig härtbaren Werkstoff der Marke St 4, d. h. ohne härterkeitssteigernde Elemente wie Chrom, Mangan, Molybdän oder Nickel, gefertigt, so wird deren Versprödung ebenfalls vermieden.

Schließlich ist nach Anspruch 17 vorgesehen, daß bei gehärtetem Tassenhemd und gehärtetem Schenkel der Führungshülse in der Fügestelle zwischen Schenkel und Hemd, d. h. im Bereich der Schweißnaht ein Reinnickelring als Zusatzwerkstoff angeordnet ist. Beim Schweißvorgang wird durch das Aufschmelzen des Nickels der Grundwerkstoff in dem Maße legiert, daß beim Erstarren ein austenitisches zähes Gefüge vorliegt und somit Risse in der wärmebeeinflussten Zone vermieden werden.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnungen verwiesen, in der Ausführungsbeispiele des tassenförmigen Ventilstößels vereinfacht dargestellt sind. Es zeigen:

Fig. 1 einen Halbschnitt durch einen erfindungsgemäßen Ventilstößel.

Fig. 2 bis 5 einen Halbschnitt durch erfindungsgemäße Ventilstößel mit plattierter Innenseite und unterschiedlicher Befestigung der Führungshülse.

In der Fig. 1 ist mit 1 ein entlang seiner Längsmittellinie geschnittener Ventilstößel bezeichnet, der, in einer Bohrung 2 eines abschnittsweise dargestellten Zylinderkopfes 3 geführt, von einem Nocken 4 einer Nockenwelle 5 betätigt wird. Der Ventilstößel 1 ist tassenförmig ausgebildet, wobei er ein zylindrisches Hemd 6 aufweist, das an seinem einen Ende durch einen Boden 7 verschlossen ist. Die gesamte aus Hemd 6 und Boden 7 bestehende Einheit ist vorzugsweise durch ein Tiefziehverfahren hergestellt. Im Inneren des Ventilstößels 1 geht von dem zylindrischen Hemd ein Steg 8 aus, der trichterförmig verlaufend, an seinem Ende in eine Führungshülse 9 übergeht. Diese Führungshülse 9 verläuft konzentrisch zum Hemd 6 und nimmt in ihrem Inneren ein hydraulisches Spielausgleichselement 10 auf. Das Spielausgleichselement 10 setzt sich im einzelnen aus einem Hohlkolben 11, einem Druckkolben 12, einem über eine Ventildfeder 13 in Schließrichtung beaufschlagten Kugelventil 14 und einer sich zwischen dem Hohlkolben 11 und dem Druckkolben 12 abstützenden Druckfeder 15.

Der Hohlkolben 11 liegt stirnseitig an einem Ventilschaftende 16 eines Gaswechselventils 17 an. Eine Ventildfeder 18 des Gaswechselventils 17 ist zwischen dem Zylinderkopf 3 und einem mit dem Ventilschaftende 16 verbundenen Federteller 19 derart eingespannt, daß sie das Gaswechselventil 17 in eine Schließstellung bewegt.

Im Zylinderkopf 3 ist eine Schmierölbohrung 20 vorgesehen, von der aus ein schräger Kanal 21 in die den Ventilstößel 1 aufnehmende Bohrung 2 mündet. Das zylindrische Hemd 6 des Ventilstößels 1 ist an seiner Außenmantelfläche mit einer Ringnut 22 versehen, die sich phasenweise mit dem Austritt dieses Kanals 21 überdeckt. Von der Ringnut 22 führt eine Öleintrittsöffnung in das Innere des Ventilstößels. Der trichterförmige Steg 8, der im übrigen auch M-förmig ausgebildet sein kann, weist eine zylindrischen Abschnitt 29 auf, mit welchem er in das Hemd 6 des Ventilstößels 1 eingepreßt ist. Dieser zylindrische Abschnitt 29 ist mit dem Hemd 6 verschweißt und verhindert aufgrund seiner axialen Baulänge und einer vorgegebenen Schweißnahttiefe einer Schweißnaht 28 das Eindringen von Metallpartikeln in das Innere des Ventilstößels 1. Auf die Funktion des hydraulischen Ventilspielausgleichs wird nicht weiter eingegangen, da sie bereits Gegenstand vieler veröffentlichter Patentanmeldungen, beispielsweise auch der gattungsbildenden Druckschrift EP-A-00 30 781 ist.

Der Boden 7 weist eine mit A bezeichnete Wandstärke auf, während eine Wandstärke des Hemds mit B bezeichnet ist. Außerdem ist eine Wandstärke des Stegs 8 gekennzeichnet durch C. Schließlich ist das zylindrische Hemd 6 an seinem dem Boden 7 abgewandten Ende derart verjüngt ausgebildet, daß es einen Kragen 24 aufweist. Dieser Kragen 24 weist eine Wandstärke auf, die mit D bezeichnet ist.

Der Buchstabe E steht für einen Außendurchmesser des Ventilstößels 1, während Werte für eine Federkraft der Druckfeder 15 mit dem Buchstaben F und eine Querschnittsfläche des Hohlkolbens 11 mit einem Buchstaben G gekennzeichnet sind, die aber nicht in der Zeichnung aufgeführt werden.

Erfindungsgemäß sind minimalste Wandstärken A, B, C und D realisiert, die zu einer Reduzierung der gesamten Masse des Ventilstößels und letztendlich aufgrund einer Reduzierung der Ventildruckkraft zu einer Verringerung der Ventilbetätigungskräfte führen. Trotz der geringen Wandstärken weist der Ventilstößel 1 eine

ausreichende Steifigkeit auf.

Die in den Fig. 2 bis 5 dargestellten Ventilstößel 1 sind an ihrer Innenseite im Bereich des Bodens 7 und des zylindrischen Hemdes 6 mit Deckmetall 27 plattiert, d. h. Grundmetall und Deckmetall 27 sind durch Pressen oder Walzen fest miteinander verbunden. Das Deckmetall 27 sorgt in der bereits beschriebenen Weise dafür, daß bei thermochemischen Behandlungsverfahren beispielsweise Einsatzhärten oder Nitrocarburieren, die Diffusionselemente Kohlenstoff bzw. Kohlenstoff und Stickstoff nur über die Funktionsflächen, d. h. über die Außenseite des Bodens 7 und des zylindrischen Hemdes 6 in das Grundmetall gelangen können. Ein Durchhärten des Ventilstößels mit den bekannten Nachteilen wird dadurch vermieden. Der Ventilstößel 1 ist in den vorliegenden Ausführungsbeispielen aus der Stahlsorte 16 MnCr 5 gefertigt, während das Deckmetall 27 eine Nikelschicht ist und eine Dicke von 0,05 bis 0,2 mm aufweisen kann.

Wie aus den Fig. 3 bis 5 ersichtlich, wird das zeichnerisch nicht dargestellte hydraulische Spielausgleichselement in der Führungshülse 9 gehalten, die über einen Steg 26 mit einem Schenkel 25 verbunden ist, der wiederum an der Innenseite des zylindrischen Hemdes 6 befestigt ist. In Fig. 3 ist das aus Schenkel 25, Steg 26 und Führungshülse 9 bestehende Innenelement mit dem bereits gehärteten Ventilstößel 1 durch eine Schweißnaht 28 verbunden. Dies setzt jedoch voraus, daß das Innenelement im weichen Zustand, d. h. ungehärtet eingesetzt wird. Gemäß Fig. 4 sind der gehärtete Ventilstößel 1 und das Innenelement miteinander verstemmt, wobei als Verstemmungsmaterial das Deckmetall 27 fungiert. In diesem Fall ist es möglich, sowohl gehärtete als auch ungehärtete Innenelemente einzusetzen. Schließlich ist nach Fig. 5 der Schenkel 25 in eine nicht näher bezeichnete Nut im Hemd 6 einrolliert. Auch in diesem Fall wird das Innenelement zweckmäßiger Weise ungehärtet eingesetzt.

Bezugszeichenliste

- 1 Ventilstößel
- 2 Bohrung
- 3 Zylinderkopf
- 4 Nocken
- 5 Nockenwelle
- 6 zylindrisches Hemd
- 7 Boden
- 8 Steg
- 9 Führungshülse
- 10 hydraulisches Spielausgleichselement
- 11 Hohlkolben
- 12 Druckkolben
- 13 Ventildfeder
- 14 Kugelventil
- 15 Druckfeder
- 16 Ventilschaftende
- 17 Gaswechselventil
- 18 Ventildfeder
- 19 Federteller
- 20 Schmierölbohrung
- 21 Kanal
- 22 Ringnut
- 23 Öleintrittsöffnung
- 24 Kragen
- 25 Schenkel
- 26 Steg
- 27 Deckmetall

28 Schweißnaht

29 zylindrischer Abschnitt 8

A Wandstärke des Bodens 7

B Wandstärke des Hemds 6

C Wandstärke des Stegs 8

D Wandstärke des Kragens 24

E Außendurchmesser des Ventilstößels 1

F Federkraft der Druckfeder 15

G Querschnittsfläche des Hohlkolbens 11.

Patentansprüche

1. Tassenförmiger Ventilstößel (1) zur Betätigung eines Gaswechselventils (17) einer Brennkraftmaschine mit einem an seinem einen Ende durch einen Boden (7) verschlossenen zylindrischen Hemd (6), das in einer Bohrung (2) eines Zylinderkopfes (3) geführt ist, wobei ein Nocken (4) einer Nockenwelle (5) den Ventilstößel an dessen Boden (7) betätigt, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärken A und B der aus einem Stahlwerkstoff hergestellten Bauelemente Boden (7) und Hemd (6) derart dimensioniert sind, daß ein Produkt P_1 ihrer in Millimetern angegebenen Wandstärken $A \times B \leq 2,3$ ist.
2. Tassenförmiger Ventilstößel (1) mit einem vom Hemd (6) ausgehenden Steg (8), der eine konzentrisch zum Hemd verlaufende Führungshülse (9) aufnimmt, in welcher ein hydraulisches Spielausgleichselement (10) geführt ist, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärke C des aus einem Stahlwerkstoff hergestellten Stegs (8) derart dimensioniert ist, daß ein Produkt P_2 der in Millimetern angegebenen Wandstärken von Boden (7), Hemd (6) und Steg (8) $A \times B \times C \leq 1,9$ ist.
3. Tassenförmiger Ventilstößel (1) mit einem Hemd (6), dessen Wandstärke in einem unterhalb des Stegs (8) liegenden randnahen Bereich zur Bildung eines Kragens (24) reduziert ist, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Produkt P_3 der in Millimetern angegebenen Wandstärken von Boden (7), Hemd (6), Steg (8) und Kragen (24) $A \times B \times C \times D \leq 1,48$ ist.
4. Tassenförmiger Ventilstößel (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Produkt P_3 als Dividend und einem Außendurchmesser E des Ventilstößels als Divisor ein Quotient kleiner/gleich 0,075 ist.
5. Tassenförmiger Ventilstößel (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärken des Bodens (7) $A = 1,7$ bis 2,5 mm und des Hemds (6) $B = 0,7$ bis 1,0 mm betragen.
6. Tassenförmiger Ventilstößel (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärke des Stegs (8) $C = 0,6$ bis 0,8 mm beträgt.
7. Tassenförmiger Ventilstößel (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärke des Kragens (24) $D = 0,6$ bis 0,8 mm beträgt.
8. Tassenförmiger Ventilstößel (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Federkraft F einer zwischen einem Hohlkolben (11) und einem Druckkolben (12) wirkenden Druckfeder (15) $F \leq 20$ Newton ist, wenn der Druckkolben (12) völlig in den Hohlkolben (11) eingefahren ist.
9. Tassenförmiger Ventilstößel (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Querschnittsfläche (D) eines Hohlkolbens (11) des hydraulischen Ventilspielausgleichselements (10) $\leq 1,1 \text{ cm}^2$ ist.
10. Tassenförmiger Ventilstößel nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß der Steg (8) an seinem dem Hemd (6) benachbarten Rand in einen zylindrischen Abschnitt (29) übergeht, der an der Innenseite des Hemds (6) einen Preßsitz bildet, eine Länge von ≥ 1 mm aufweist und mit dem Hemd (6) verschweißt ist, wobei eine Schweißnahttiefe von 0,6 bis 0,8 mm vorgesehen ist.

11. Tassenförmiger Ventilstößel (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Boden (7) und Hemd (6) an ihrer Innenseite mit einem Nichteisenmetall (27) plattiert sind.

12. Tassenförmiger Ventilstößel (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Nichteisenmetall (27) Nickel ist.

13. Tassenförmiger Ventilstößel (1) mit einem am Hemd (6) anliegenden Schenkel (25), der über einen Steg (26) in die konzentrisch zum Hemd (6) verlaufende Führungshülse (9) übergeht, in der das hydraulische Spielausgleichselement (10) geführt ist, nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schenkel (25) der Führungshülse (9) mit dem Hemd (6) verschweißt oder verstemmt ist, wobei das Nichteisenmetall (27) als Legierungspartner oder als Verstemmaterial genutzt wird.

14. Tassenförmiger Ventilstößel (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schenkel (25) der Führungshülse (9) im Hemd (6) einrolliert ist.

15. Tassenförmiger Ventilstößel (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß Schenkel (25), Steg (26) und Führungshülse (9) zumindest einseitig mit einem Nichteisenmetall (27) plattiert sind.

16. Tassenförmiger Ventilstößel (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß Schenkel (25), Steg (26) und Führungshülse (9) aus einem niedrig härtbaren oder nicht härtbaren Werkstoff gefertigt sind.

17. Tassenförmiger Ventilstößel (1) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Schenkel (25) und Hemd (6) in einer Fugestelle ein Reinickelring als Zusatzwerkstoff angeordnet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

Fig. 2

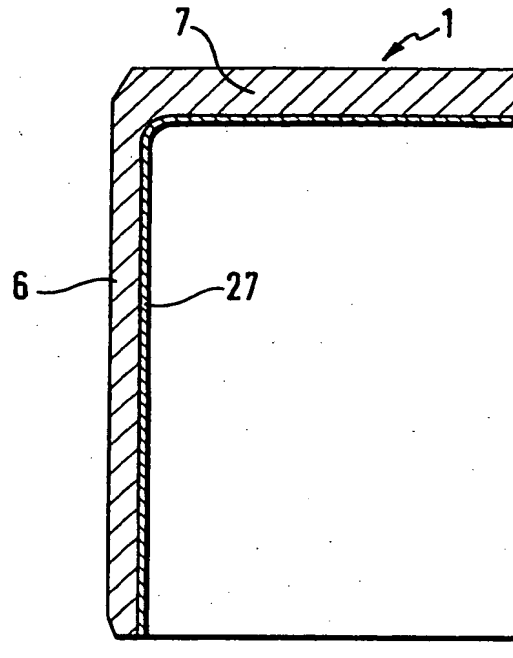


Fig. 3

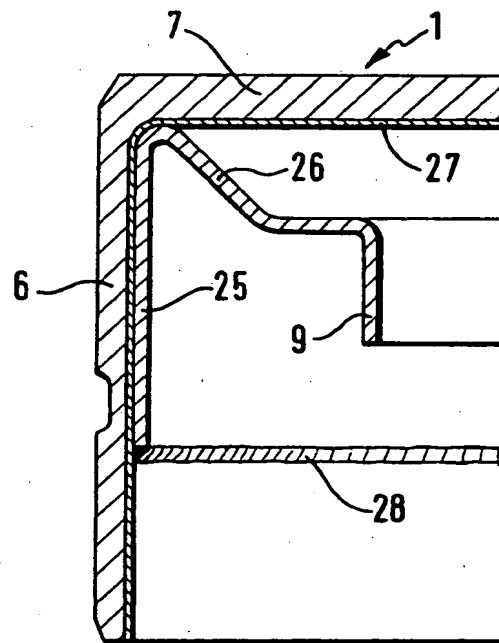


Fig. 4

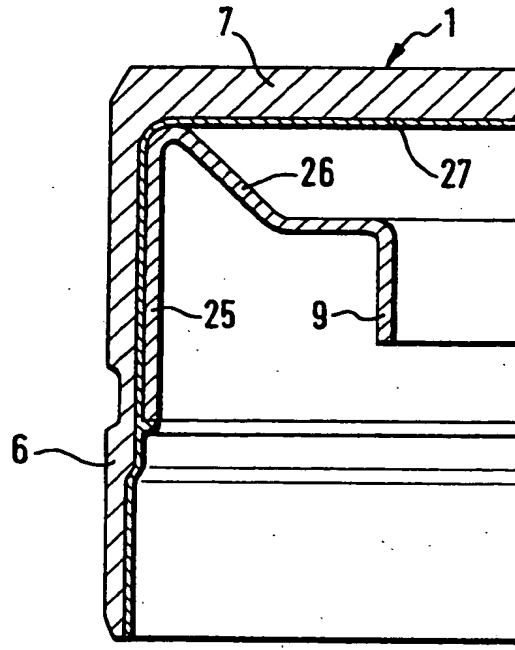
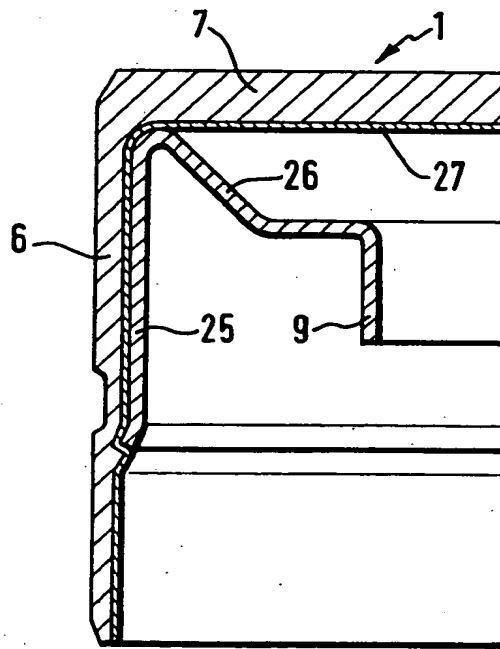


Fig. 5



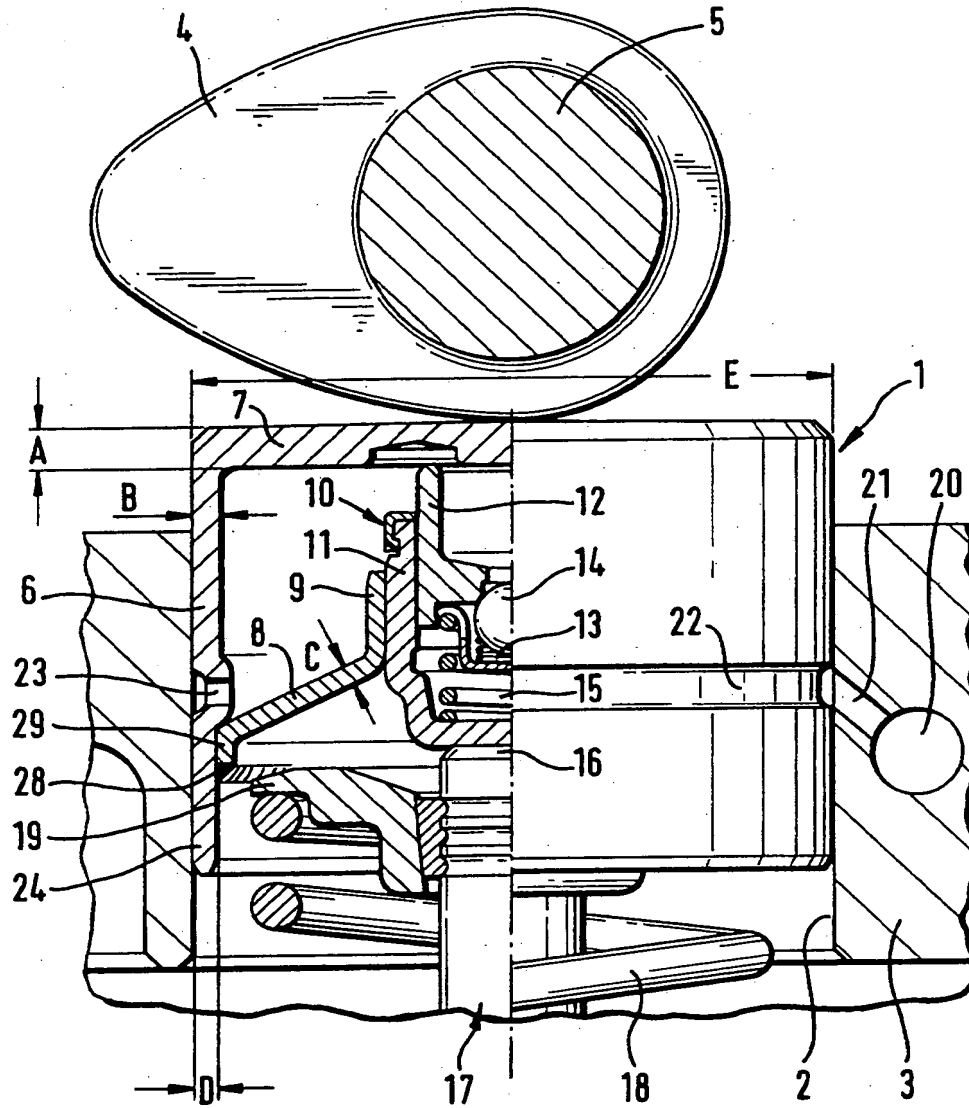


Fig. 1